

Penentuan Interval Waktu Optimal Penggantian Komponen Dengan Metode *Age Replacement***PENENTUAN INTERVAL WAKTU OPTIMAL PENGGANTIAN KOMPONEN WIRE SCREEN PADA MESIN WIRE PART DENGAN METODE AGE REPLACEMENT DI PT. MOUNT DREAM INDONESIA****Sega Gavin Tama**

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [segagavin@gmail.com](mailto:segagavin@gmail.com)**Iskandar**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [iskandar@unesa.ac.id](mailto:iskandar@unesa.ac.id)**Abstrak**

*Wire part* merupakan salah satu mesin kritis yang terdapat di PT. Mount Dreams Indonesia, apabila terjadi kerusakan pada mesin *wire part* mengakibatkan proses produksi akan terhenti. Hal ini dapat akan mengganggu proses produksi dan merugikan perusahaan karena tidak dapat melakukan produksi untuk memenuhi permintaan konsumen. Kerusakan mesin dapat diminimalisir dengan dilakukan perawatan secara teratur. Saat ini PT. Mount Dreams Indonesia belum memiliki perencanaan perawatan secara terjadwal jangka panjang sehingga berakibat kerusakan mesin saat proses produksi berjalan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal penggantian komponen *wire screen*. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian diskriptif kuantitatif. Penentuan interval waktu optimal penggantian komponen dilakukan dengan metode *age replacement*. Data yang diambil dalam penelitian ini adalah waktu penggantian *wire screen* pada mesin *wire part*. Dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik wawancara, studi literatur dan hasil observasi. Variabel yang digunakan untuk menentukan waktu penggantian dan biaya perawatan pada *wire screen* adalah padat probabilitas, keandalan, laju kerusakan. Sedangkan distribusi yang digunakan dalam penelitian ini adalah distribusi weibull. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah berupa data biaya *Cost Maintenance* (CM) sebesar Rp. 353.150.733,-, *Cost Failure* (CF) sebesar Rp. 662.750.733,-. Interval waktu optimal penggantian *wire screen* pada mesin *wire part* sesudah dilakukan perawatan adalah 65 hari. Dengan tingkat keandalan komponen sebesar 0,513957758 (51,3%). Biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 14.928.447/bulan untuk perawatan komponen. Total penggantian komponen *wire screen* selama 47 bulan setelah dilakukan perawatan sebanyak 18 kali penggantian, lebih sedikit dibandingkan sebelum dilakukan perawatan yaitu sebanyak 21 kali. Penghematan biaya *down time* sebesar 8,89% dibandingkan sebelum melakukan perawatan dengan metode *age replacement*. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi bahan masukan maupun bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk melakukan perawatan *wire screen* pada mesin *wire part* dengan penggantian setiap 65 hari.

**Kata Kunci:** *Age replacement*, biaya perawatan, waktu optimal, *wire screen*

**Abstract**

Wire parts is one of the critical engine contained in the PT. Mount Dreams Indonesia, in the event of damage to the engine parts resulting wire production process will be stopped. It can be disrupt the production process and harm the company because it can not carry out production to meet consumer demand. Damage to the engine can be minimized by conducting regular maintenance. Currently, PT. Mount Dreams Indonesia does not have a scheduled maintenance plan long-term so as to cause damage to the machine during the production process runs. This study aims to determine the schedule of replacement wire screen. This research uses descriptive quantitative research. Determining the optimal time interval of replacement of components made by the method of age replacement. Data taken in this study is a wire replacement wire screen on the machine part. In this study conducted by interview, literature and the results of observation. The variables used to determine the time of replacement and maintenance costs on the wire screen is solid probability, the reliability, the rate of damage. While the distribution used in this study is weibull distribution. Results obtained from this research is in the form of cost data *Cost Maintenance* (CM) Rp. 353 150 733, -, *Cost Failure* (CF) Rp. 662 750 733, -. Optimal time interval replacement wire screen on the wire machine part is done after treatment was 65 days. With the level of reliability of the components of 0.513957758 (51.3%). Costs incurred Rp. 14,928,447 / month for treatment components. Total replacement of wire screen for 47 months after treatment 18 times replacement, fewer than before the treatment as many as 21 times. Down time cost savings of 8.89% compared to before treatment with age replacement method. The results of this study are expected to be input or consideration for the company to perform maintenance on a wire screen wire machine parts with replacement every 65 days.

**Keywords:** Age replacement, maintenance costs, optimal time, wire screen

## PENDAHULUAN

PT. Mount Dreams Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri kertas, perusahaan ini berdiri sejak tahun 2009. Produk yang dihasilkan berupa *Corrugating Medium Paper* (CMP), *Brown Kraft* (BK), *Medium Linen* (ML), dengan produk unggulannya adalah *Corrugating Medium Paper* (CMP).

Dalam proses produksi pembuatan kertas di PT. Mount Dreams Indonesia terdapat 2 unit produksi yaitu *Paper Machine 1* (PM1) dan *Paper Machine 2* (PM2), salah satu mesin utama dalam pembuatan kertas adalah Wire Part. Mesin ini berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam buburan kertas dengan menggunakan sistem vakum. Pada wire part terdapat 2 sistem vakum yang digunakan yaitu *hydrofoil* dan *vacumfoil*. Selama ini komponen mesin *wire part* yang sering mengalami gangguan/kerusakan adalah *wire screen*, sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi proses produksi yang berimbas pada keterlambatan dalam menghasilkan produk.

Pada penelitian ini data yang diambil hanya dari PM 2 karena beberapa pertimbangan antara lain kapasitas produksi PM 2 sebesar 200 ton/hari lebih besar daripada PM 1 sebesar 160 ton/hari, variasi gramature kertas yang dihasilkan lebih banyak daripada PM 1, sehingga kemungkinan terjadi kerusakan lebih besar dibandingkan PM 1.

Saat ini perusahaan belum memiliki perencanaan perawatan secara terjadwal dan teratur khususnya untuk mesin *wire part*. Perawatan/perbaikan akan dilakukan apabila mesin mengalami kerusakan. Saat mengalami kerusakan pada suatu komponen, teknisi hanya melakukan pencatatan kerusakan yang terjadi pada mesin tersebut tetapi data kerusakan ini tidak digunakan untuk bahan pertimbangan untuk menganalisa penjadwalan perawatan mesin *wire part* yang teratur untuk jangka panjang.

Penggantian komponen dilakukan apabila telah mengalami kerusakan, untuk proses penggantian komponen memerlukan waktu antara 7-8 jam tergantung penyebab terjadinya kerusakan. Sedangkan proses produksi selama 1 hari (22 jam kerja) dapat memproduksi kertas sekitar 200 ton, apabila terjadi penggantian komponen rusak maka produksi yang hilang akibat hal tersebut sebesar 9 ton/jam bila proses penggantian selama 7-8 jam maka produksi yang hilang sejumlah 63-72 ton atau kerugian yang dialami perusahaan adalah keuntungan/ton x jumlah produksi sebagai berikut 1.100.000,- x 63-72 ton sekitar Rp. 69.300.000,- sampai Rp. 79.200.000,-.

Untuk komponen pengganti *wire screen* perusahaan sudah menyediakan cadangan komponen pengganti yang siap digunakan (baru), sehingga bila terjadi kerusakan mendadak bisa segera dilakukan penggantian. Selanjutnya pihak perusahaan akan segera melakukan order untuk komponen cadangan *wire screen*, waktu tunggu untuk komponen cadangan datang sekitar 3-4 minggu terhitung sejak melakukan order. Apabila terjadi kerusakan lagi setelah dilakukan penggantian dan

komponen cadangan belum datang akan dilakukan modifikasi pada komponen *wire screen* sampai komponen cadangan datang apabila hal tersebut memungkinkan dilakukan sehingga proses produksi masih tetap dapat berjalan. Jika waktu penggantian terencana maka proses penggantian dapat dilakukan pada sela-sela waktu produksi misalnya saat waktu tunggu bahan baku, waktu tunggu batu bara ataupun saat belum ada pesanan.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Penentuan Interval Waktu Optimal Penggantian Komponen Wire Screen Pada Mesin Wire Part Dengan Metode Age Replacement di PT. Mount Dreams Indonesia**”.

## Rumusan masalah

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

- Bagaimana menentukan biaya akibat penggantian komponen *wire screen* pada *Wire Part* ?
- Bagaimana menentukan *interval* waktu yang optimal untuk penggantian komponen *wire screen* pada *Wire Part* sesuai dengan distribusinya?

## Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Menentukan biaya penggantian komponen-komponen *wire part*.
- Menentukan interval waktu yang optimal untuk penggantian komponen *wire part* berdasarkan fungsi reliabilitasnya.

## METODE

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dikarenakan data yang diperoleh berupa angka data historis perawatan mesin *wire part*, biaya *maintenance*, waktu penggantian *wire screen*, reliabilitas *wire screen* yang mana menggambarkan perencanaan *maintenance* mesin *wire part*, serta biaya kehilangan produksi.

### Tempat dan Waktu Penelitian

#### Tempat penelitian

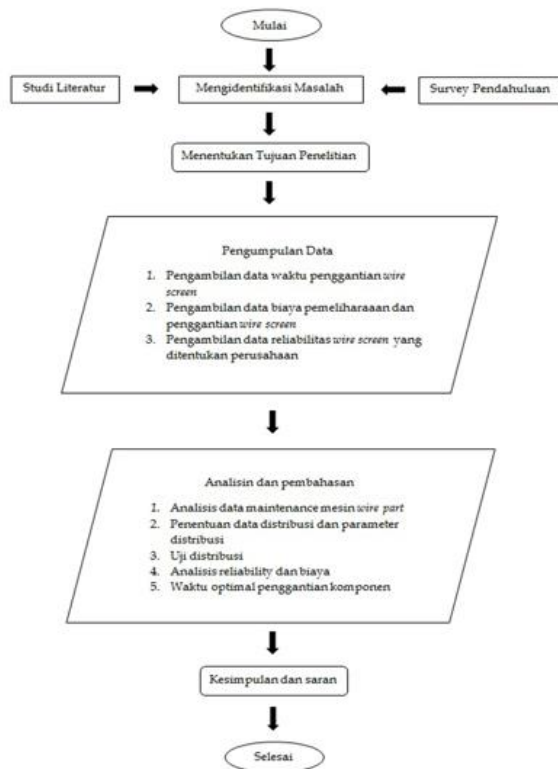
Penelitian ini dilaksanakan di PT. Mount Dream Indonesia yang berlokasi di Jl. Pertamina No 77, Desa Sumberrame, Kec. Wringinanom-Gresik 61176, Jawa Timur, Indonesia.

#### Waktu

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 21 Februari 2017 sampai 28 Juli 2017.

### Rancangan penelitian

Langkah-langkah penelitian penentuan interval waktu optimal penggantian komponen dengan metode *age replacement* dilakukan dengan tahapan seperti flowchart dibawah ini :



Gambar 1. Rancangan Penelitian

### Variabel Penelitian

Terdapat 2 variabel dalam penelitian ini yaitu :

- Variabel bebas :  
Data waktu antar kerusakan wire screen selama 21 kali penggantian (47 bulan)
- Variabel terikat :  
Biaya perawatan wire screen dan reliabilitasnya

### Teknik Pengumpulan Data

- Teknik Observasi  
Untuk memperoleh data primer, yaitu kondisi maintenance secara umum dan maintenance *wire screen*.
- Teknik Wawancara  
Untuk mengetahui hal-hal umum seperti waktu penggantian *wire screen*, biaya yang dibutuhkan untuk penggantian *wire screen* dan reliabilitas *wire screen* yang ditetapkan oleh perusahaan.
- Studi Literatur  
Dengan membaca serta mempelajari teori-teori dan literatur yang berkaitan dengan teknik-teknik perawatan dan penentuan biaya perawatan dengan metode *age replacement*.

### Teknik Analisis Data

Langkah-langkah yang dipakai dalam penelitian ini untuk analisis data adalah sebagai berikut:

#### Data waktu dan biaya penggantian komponen

- a. Data waktu penggantian komponen *wire screen*.

- b. Data biaya penggantian komponen *wire screen*.

Dalam penelitian ini, sampel yang digunakan adalah komponen *wire part* yaitu *wire screen* yang terdapat di PT. Mount Dreams Indonesia. Sedangkan sampel biaya yang diperlukan meliputi biaya perawatan pencegahan dan perbaikan. Dimana *cost maintenance* (CM) dan *cost failure* (CF) terdiri: biaya tenaga kerja, biaya suku cadang, biaya kerugian perusahaan saat perbaikan dan biaya kehilangan pendapatan saat perbaikan.

### Menentukan Distribusi

Tahap ini merupakan penentuan pola distribusi waktu antar kerusakan komponen kritis mesin. Model distribusi yang biasa digunakan untuk memodelkan distribusi waktu antar kerusakan adalah distribusi normal, *lognormal*, *eksponensial* dan *weibull* (Ebeling, 1997). Pengujian distribusi tersebut menggunakan bantuan *software Easyfit* untuk memudahkan penentuan pola distribusi waktu antar kerusakan komponen kritis mesin yang diuji.

### Uji Distribusi (Kolmogorov-Smirnov)

Untuk menguji apakah distribusi yang digunakan berdistribusi normal dan dapat dilanjutkan digunakan uji Kolmogorov-smirnov. Lalu dilakukan penentuan fungsi padat probabilitas, keandalan, dan laju kerusakan, MTTF, MTTR. Analisis data yang telah ditentukan bertujuan untuk memperoleh interval waktu optimum penggantian *wire screen* sehingga dapat menentukan biaya maintenance yang minimum dan tidak mengganggu proses produksi.

### Analisis waktu dan biaya perawatan waktu optimal

Untuk menentukan biaya perawatan optimal digunakan rumus, yaitu:

CM (Cost Maintenance) = Biaya Pemeliharaan

CF (Cost Failure) = Biaya Penggantian

Komponen/Kerusakan

$$C(tp) = \frac{R(tp)C_M + (1-R(tp))C_F}{tR(tp) + \int_{-\infty}^{tp} tf(tp) dt} \quad (1)$$

Dimana :

$C_M$  : Biaya tiap dilakukan penggantian pencegahan

$C_F$  : Biaya tiap kali dilakukan penggantian yang rusak

$R(tp)$ : Probabilitas terjadinya siklus pertama (tingkat kerusakan komponen)

$T_p$  : Waktu dimana aktivitas perawatan dilakukan

$\int_0^1 t x f(t) dt$  : Umur rata-rata komponen (laju kerusakan)

$(1-R(tp))$  : Probabilitas kerusakan

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Data Biaya dan Waktu Antar Kerusakan dan Lama Perbaikan

Pada penelitian ini, data biaya yang akan dibahas oleh penulis meliputi biaya perawatan pencegahan/*cost*



*maintenance* dan biaya penggantian karena kerusakan/*cost failure*.

Biaya perawatan pencegahan (CM) meliputi :

- Biaya untuk tenaga kerja tiap penggantian adalah Rp. 973.600,-.
  - Biaya suku cadang dari wire screen yaitu Rp. 265.777.133,-.
  - Kerugian perusahaan saat perbaikan Rp. 86.400.000,-.
- Dari penjelasan diatas maka dapat diketahui biaya pemeliharaan (CM) yang dikeluarkan oleh perusahaan adalah Rp.353.250.733,-.

Dan biaya penggantian karena kerusakan (CF) dapat diketahui dari :

- Biaya tenaga kerja Rp. 973.600,-,
  - Biaya suku cadang Rp. 265.777.133,-,
  - Kerugian perusahaan saat perbaikan Rp. 396.000.000,-.
- Maka biaya penggantian akibat kerusakan (CF) adalah Rp. 662.750.733,-.

Untuk data waktu antar kerusakan dan lama perbaikan *wire screen* dalam satuan hari sedangkan waktu perbaikan dalam satuan menit dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini :

Tabel 1. Data waktu antar kerusakan dan lama perbaikan

No	Tanggal kerusakan	Rentang waktu antar kerusakan	Lama perbaikan
1.	11 November 2012	68 hari	450 menit
2.	25 Januari 2013	75 hari	480 menit
3.	28 Maret 2013	62 hari	450 menit
4.	16 Juni 2013	80 hari	480 menit
5.	7 Agustus 2013	52 hari	450 menit
6.	9 Oktober 2013	64 hari	450 menit
7.	25 Februari 2014	135 hari	480 menit
8.	13 Mei 2014	76 hari	480 menit
9.	11 Juli 2014	60 hari	450 menit
10.	31 September 2014	52 hari	450 menit
11.	18 November 2014	79 hari	420 menit
12.	18 Desember 2014	30 hari	420 menit
13.	12 Maret 2015	84 hari	450 menit
14.	4 Juli 2015	113 hari	480 menit
15.	16 September 2015	74 hari	420 menit
16.	22 Januari 2016	128 hari	480 menit
17.	3 April 2016	71 hari	480 menit
18.	5 April 2016	2 hari	420 menit
19.	18 Juni 2016	74 hari	450 menit
20.	13 September 2016	87 hari	450 menit
21.	21 Oktober 2016	38 hari	450 menit
	Jumlah	1504 hari	9540 menit

### Pengujian Distribusi Waktu Antar Kerusakan dan Pengujian Kolmogorov-Smirnov

Dalam penentuan jenis distribusi diperlukan standar deviasi, rata-rata dan variansi sehingga dapat ditentukan jenis distribusi yang akan digunakan. Data yang digunakan adalah data antar waktu kerusakan dan data lama perbaikan *wire screen* yang telah diperoleh dari perusahaan yakni sesuai dengan Tabel 1. Data tersebut kemudian diolah dengan *Microsoft Excel* menggunakan rumus yang telah ditentukan seperti dibawah ini :

Tabel 2. Perhitungan Standart deviasi, rata-rata dan variansi antar waktu kerusakan

No	$X_i$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1.	68	-3,61904	13,09745
2.	75	3,38096	11,43089
3.	62	-9,61904	92,52593
4.	80	8,38096	70,24049
5.	52	-19,619	384,9067
6.	64	-7,61904	58,04977
7.	135	63,38096	4017,146
8.	76	4,38096	19,19281
9.	60	-11,619	135,0021
10.	52	-19,619	384,9067
11.	79	7,38096	54,47857
12.	30	-41,619	1732,144
13.	84	12,38096	153,2882
14.	113	41,38096	1712,384
15.	74	2,38096	5,668971
16.	128	56,38096	3178,813
17.	71	-0,61904	0,383211
18.	2	-69,619	4846,811
19.	74	2,38096	5,668971
20.	87	15,38096	236,5739
21.	38	-33,619	1130,24
$\Sigma$	1.504		18242,95

Nilai  $\bar{x} =$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})$$

$$\bar{x} = \frac{1.504}{21} = 71,61904$$

Nilai S :

$$S^2 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{18242,95}{21-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{18242,95}{20}}$$

$$= \sqrt{912,1475}$$

$$S = 30,20177975$$

(2)

Tabel 3. Perhitungan Standart deviasi, rata-rata dan variansi lama perbaikan

No	$X_i$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1.	450 menit	-4,2857	18,36722
2.	480 menit	25,7143	661,2252
3.	450 menit	-4,2857	18,36722
4.	480 menit	25,7143	661,2252
5.	450 menit	-4,2857	18,36722
6.	450 menit	-4,2857	18,36722
7.	480 menit	25,7143	661,2252
8.	480 menit	25,7143	661,2252
9.	450 menit	-4,2857	18,36722
10.	450 menit	-4,2857	18,36722
11.	420 menit	-34,2857	1175,509
12.	420 menit	-34,2857	1175,509
13.	450 menit	-4,2857	18,36722
14.	480 menit	25,7143	661,2252
15.	420 menit	-34,2857	1175,509
16.	480 menit	25,7143	661,2252
17.	480 menit	25,7143	661,2252
18.	420 menit	-34,2857	1175,509
19.	450 menit	-4,2857	18,36722
20.	450 menit	-4,2857	18,36722
21.	450 menit	-4,2857	18,36722
$\Sigma$	9540		9514,286

Nilai  $\bar{x}$  =

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})$$

$$\bar{x} = \frac{9540}{21} = 454,2857$$

Nilai S :

$$S^2 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{9514,286}{21-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{9514,286}{20}}$$

$$= \sqrt{475,7143}$$

$$S = 21,810876$$

Tabel 4. Hasil perhitungan standart deviasi, rata-rata dan variansi.

Waktu	Komponen	Jumlah	N	$\bar{x}$	S	$S^2$
Kerusakan (hari)	Wire screen	1.502	21	71,61904	30,20177	912,1475
Perbaikan (menit)	Wire screen	9.540	21	454,2857	21,810876	457,7143

Langkah perhitungan manual pengujian distribusi komponen *wire screen* adalah sebagai berikut:

- Pengurutan data mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar.
- Pengelompokkan data berdasarkan kelas masing-masing frekuensi observasi.

Tabel 5. Kelas data

Kelas	fo
2 sd 29	1
30 sd 57	4
58 sd 85	12
86 sd 113	2
114 sd 141	2

- Penentuan jumlah dan lebar kelas.

$$\text{Jumlah kelas} = 1 + 3,322 \log n$$

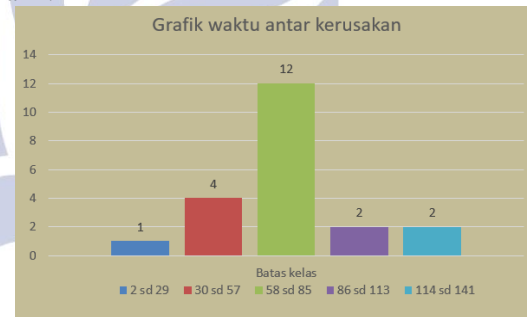
$$= 1 + 3,322 \log 21$$

$$= 5,3924 \approx 5$$

$$\text{Lebar kelas} = \frac{\text{range}(\text{max} - \text{min})}{\text{jumlah kelas}}$$

$$= \frac{135 - 2}{5} = 26,6 \approx 27$$

- Pengeplotan data waktu antar kerusakan kedalam grafik.



Gambar 2. Grafik waktu antar kerusakan

- Penentuan hipotesa awal  
 $H_0$  : Distribusi waktu antar kerusakan mengikuti distribusi normal  
 $H_1$  : Distribusi waktu antar kerusakan tidak mengikuti distribusi normal.
- Penentuan taraf signifikan  
 Taraf signifikan yang dipakai adalah  $(\alpha) = 0.05$  atau 5 % dan banyak data  $(n) = 21$ , dapat diperoleh hasil Dtabel kolmogorov-smirnov = 0,287
- Pengujian hipotesa  
 Apabila nilai  $D_{\max} < D_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  diterima  
 Apabila nilai  $D_{\text{tabel}} > D_{\max}$  maka  $H_1$  ditolak
- Keputusan  
 Nilai  $D_{\max}$  hitung adalah 0,119486, sedangkan nilai  $D_{\text{tabel}} = 0,287$ , maka  $H_0$  diterima karena  $D_{\max} < D_{\text{tabel}}$ . Jadi untuk distribusi komponen wire screen mengikuti pola distribusi normal.

Pada dasarnya setiap hipotesa awal pengujian distribusi waktu antar kerusakan mesin berharap

diterima, sebagai perbandingan maka seluruh data waktu antar kerusakan diuji dengan distribusi *eksponensial*, *lognormal*, *normal* dan *weibull* menggunakan *software easyfit*. Rekap hasil pengujian seluruh distribusi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hipotesa Awal Uji Distribusi

No	Ho	Dmax	Dtabel	Kesimpulan
1	<i>Eksponensial</i>	0,36951	0,287	Ho ditolak
2	<i>Lognormal</i>	0,29111	0,287	Ho ditolak
3	Normal	0,11948	0,287	Ho diterima
4	<i>Weibull</i>	0,16684	0,287	Ho diterima

### Penentuan parameter distribusi

Penentuan parameter distribusi waktu antar kerusakan dan perbaikan dilakukan dengan menggunakan *software easyfit*. Dari program tersebut nantinya akan diperoleh nilai scale parameter ( $\alpha$ ) dan shape parameter ( $\beta$ ) untuk distribusi normal. Penentuan parameter distribusi dengan *software easyfit*. Hasil pengolahan data dengan *software easyfit* ditampilkan pada tabel 4.7

Tabel 7. Parameter distribusi kerusakan dan lama perbaikan.

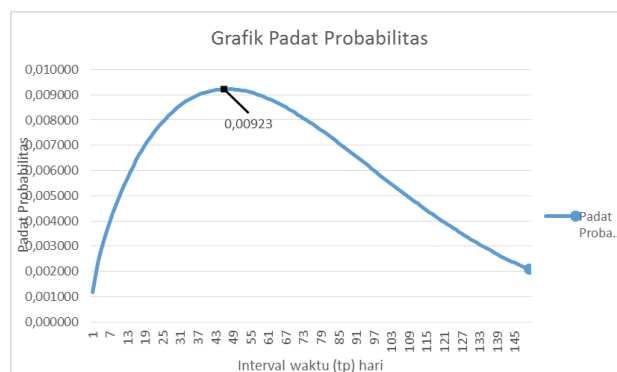
Waktu	Distribusi	$\alpha$	$\beta$
Antar Kerusakan	Weibull	<b>1,63990</b>	<b>83,3074</b>
Perbaikan	Weibull	<b>26,7444</b>	<b>463,136</b>

### Penentuan Fungsi Padat Probabilitas, Keandalan dan Laju Kerusakan

Fungsi padat probabilitas ini menunjukkan peluang suatu komponen dapat bertahan seperti keadaan awal, dimana hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 3.

Tabel 8. Padat probabilitas

tp	probabilitas
43	0,00919
44	0,00921
45	0,00922
46	0,00923
47	0,00923
48	<b>0,00923</b>
49	0,00922
50	0,00921
51	0,00920
52	0,00918
53	0,00915



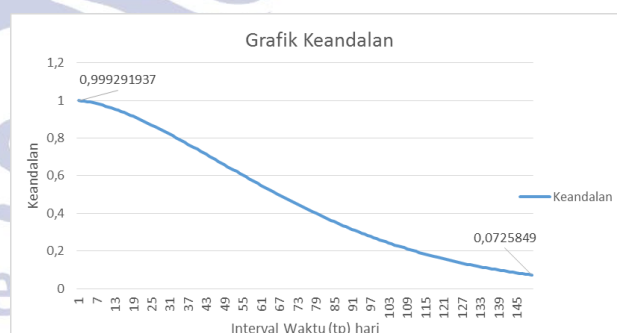
Gambar 3. Grafik probabilitas

### Keandalan

Tujuan dari menghitung tingkat keandalan komponen adalah untuk mengetahui pada selang waktu sebuah mesin dapat melakukan fungsinya untuk menjalankan tugas yang sesuai dengan standar-standar yang berlaku.

Tabel 9. Keandalan

tp	keandalan
61	0,548935
62	0,540109
63	0,531336
64	0,522618
65	<b>0,513958</b>
66	0,505357
67	0,496819
68	0,488345



Gambar 4. Grafik keandalan

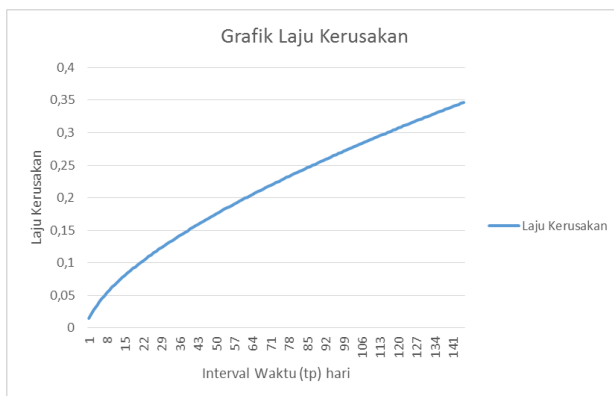
### Laju Kerusakan

Tujuan dari penentuan laju kerusakan komponen adalah untuk mengetahui banyaknya kerusakan yang terjadi tiap satuan waktu.

Tabel 10. Laju kerusakan

tp	probabilitas
133	0,329462897
134	0,331034099
135	0,332601115

tp	probabilitas
136	0,334163987
137	0,335722757
138	0,337277464
139	0,338828149
140	0,34037485
141	0,341917606
142	0,343456455
143	0,344991434



Gambar 5. Grafik laju kerusakan

#### Perhitungan MTTF, MTTR

MTTF dihitung dengan bantuan software minitab Untuk nilai MTTF sendiri ditentukan dengan menggunakan data waktu antar kerusakan dari Tabel 1. melalui software Minitab, yang hasilnya dapat diperoleh sesuai gambar 4.11, yaitu 74 hari. Sedangkan untuk nilai MTTR dapat diperoleh dari software Minitab dengan menggunakan data lama perbaikan, sesuai Tabel 1. Sehingga nilai MTTR diperoleh 453 menit atau 7 jam 33 menit.

#### Perhitungan Biaya Perawatan Optimal

Dari analisa yang sudah dilakukan dan sebagai pembanding untuk mengetahui biaya dan waktu yang minimum yang bertujuan untuk bahan kajian bagi perusahaan agar proses produksi tetap berlangsung secara optimal dapat ditentukan interval waktu optimal dengan rumus :

Untuk menentukan biaya perawatan optimal digunakan rumus, yaitu:

CM (Cost Maintenance) =Biaya Pemeliharaan

CF (Cost Failure) = Biaya Penggantian Komponen/Kerusakan

$$C(tp) = \frac{R(tp)C_M + (1-R(tp))C_F}{tR(tp) + \int_{-\infty}^{tp} tf(tp) dt} \quad (4)$$

Dimana :

$C_M$  : Biaya tiap dilakukan penggantian pencegahan

$C_F$  : Biaya tiap kali dilakukan penggantian yang rusak

$R(tp)$  : Probabilitas terjadinya siklus pertama (tingkat

kerusakan komponen)

$T_p$  : Waktu dimana aktivitas perawatan dilakukan

$\int_0^1 t x f(t) dt$  :Umur rata-rata komponen (laju kerusakan)

$(1-R(tp))$  : Probabilitas kerusakan

Tabel 11. Biaya perawatan

tp	R (tp)	1-R(tp)	$T_p^*$ R(tp)	$\int_0^1 t x f(t) dt$	C (tp)
62	0,5401	0,4598	33,486	0,201	14.709.484
63	0,5313	0,4686	33,474	0,203	14.794.736
64	0,5226	0,4773	33,447	0,205	14.885.737
65	0,5139	0,4860	33,407	0,207	14.982.447
66	0,5053	0,4946	33,353	0,209	15.084.833
67	0,4968	0,5031	33,286	0,211	15.192.873
68	0,4883	0,5116	33,207	0,213	15.306.553
135	0,1100	0,8899	14,857	0,331	41.392.272



Gambar 6. Grafik biaya perawatan

#### PENUTUP

##### Simpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil pengolahan data yang telah dilakukan serta pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

- Biaya akibat penggantian *wire screen* pada mesin *wire* meliputi biaya perawatan pencegahan (CM) sebesar Rp. 353.150.733,-. Dan biaya penggantian karena kerusakan (CF) sebesar Rp. 662.750.733,-
- Interval waktu optimal penggantian komponen *wire screen* pada mesin *wire* di PT.Mount Dreams Indonesia adalah 65 hari dengan tingkat keandalan komponen sebesar 0,513957758 (51,3%) dan biaya yang dikeluarkan tiap penggantian sebesar Rp. 14.982.447,49/bulan.



### Saran

Berdasarkan kesimpulan dan pengolahan data, peneliti mengadakan penelitian di PT. Mount Dreams Indonesia. Maka saran yang bisa diberikan oleh peneliti adalah :

- Untuk perusahaan agar melakukan penjadwalan perawatan agar tidak terjadi kerusakan mendadak saat proses produksi berlangsung.
- Untuk perencanaan penjadwalan penggantian komponen dapat menggunakan metode *age replacement* sebagai pengoptimalan biaya down time.
- Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi dalam penentuan waktu optimal penggantian komponen pada mesin dengan metode yang sama.

Supandi. 1990. Manajemen Perawatan Industri. Bandung: Ganeca Exact.

Syamsuddin dan Damayanti. 2011. Metode Penelitian Pendidikan Bahasa. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Taufik, Septyani Selly. 2013. Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin di PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin. *Skripsi*. Universitas Andalas.

### DAFTAR PUSTAKA

Assauri, Sofjan. 1993. Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi.

Corder, Anthony. 1996. Teknik Manajemen Pemeliharaan. Jakarta: Erlangga.

Dhillon, B. S; and Reiche, Hans. 1997. *Reliability and Maintainability Management*. New Delhi: CBS Publisher and Distribution.

Ebeling, E Charles. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: Macgrow Hill Companies, Inc.

Jardine, K. S; dan Tsang, H. C. 1973. *Maintenance, Replacement and Reliability*. Canada: Pittman Publishing.

Kamdi, Abdullah Alkaff. 1992. Teknik Keandalan Sistem. Surabaya: Teknik Elektro ITS.

Kapur, K. C; dan Lamberson, Albert. 1997. *Reliability in Engineering Design*. New Delhi: Wiley India Pvt, Limited.

Kurniawan, Fauzi. 2016. Penentuan Interval Waktu Optimum Penggantian *Dies Nozzle* Pada Mesin *Extruder* Dengan Pendekatan Reliability di PT. Central Wire Industrial Surabaya. *Skripsi*. Universitas Negeri Surabaya.

Narbuko, C dan Achmadi. 2005. Metodologi Penelitian. Jakarta: PT.Bumi Aksara.

Rahmawati, Ika. 2006. Penentuan Interval Penggantian Komponen Secara Preventif Untuk Meminimumkan Total Biaya Penggantian Akibat Penggantian Mesin. *Skripsi*. Universitas Negeri Sebelas Maret.

Rochim, Abdur. 2015. Penentuan Interval Waktu Optimum Penggantian Pisau *Cane Cutter* Pada Mesin *Cane Cutter* Dengan Pendekatan Reliability di PT. Perkebunan Nusantara X (Persero). *Skripsi*. Universitas Negeri Surabaya.

Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.

